

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

09735315 Regent

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 28 845 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 S 3/093
H 01 S 3/07
H 01 S 3/17

21 Aktenzeichen: 197 28 845.6
22 Anmeldetag: 5. 7. 97
43 Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 28 845 A 1

71 Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart, DE; Micro Systems Design Dr. Altmann GmbH, 80639 München, DE

72 Erfinder:

Altmann, Konrad, Dr., 80639 München, DE; Zeller, Paul, 81827 München, DE

56 Entgegenhaltungen:

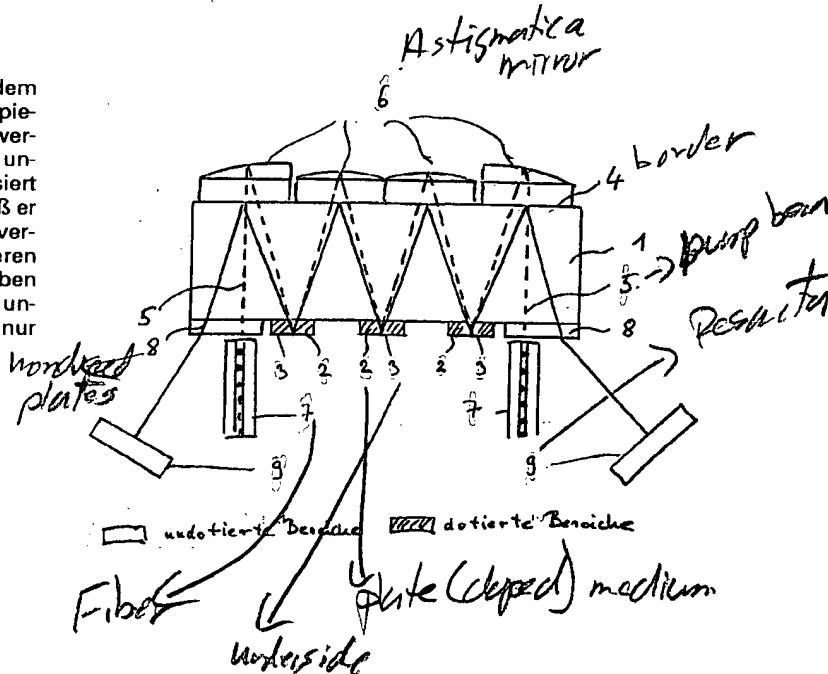
DE 1 95 41 020 A1
DE 40 39 682 A1
US 36 84 980

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Laserverstärkersystem

57 Es wird ein Laserverstärkersystem aufgezeigt, bei dem einer oder mehrere Pumplichtstrahlen mit Hilfe von Spiegeln oder anderen optischen Hilfsmitteln so geführt werden, daß jeder einzelne Pumplichtstrahl mehrfach auf unterschiedliche Stellen des Festkörpermateri als fokussiert wird, und bei dem der Laserstrahl so geführt wird, daß er alle diese Stellen durchstrahlt und auf diese Weise verstärkt wird, wobei das Festkörpermateri als aus mehreren Blöcken zusammengesetzt ist, die zwar aus demselben Grundmaterial bestehen, jedoch teils dotiert und teils undotiert sind, mit dem Zweck, daß die Pumpstrahlung nur in den dotierten Blöcken absorbiert wird.



DE 197 28 845 A 1

In der deutschen Patentanmeldung 195 410 20.3 wurde ein Laser- und Laserverstärkersystem beschrieben, bei dem einer oder mehrere Pumplichtstrahlen mit Hilfe von Spiegeln oder anderen optischen Hilfsmitteln so geführt werden, daß jeder einzelne Pumplichtstrahl mehrfach auf unterschiedliche Stellen des laseraktiven Festkörper-Materials fokussiert wird. Als Ausführungsbeispiel wurde dabei vorgeschlagen, daß der Laserstrahl zickzackförmig zwischen zwei Ebenen hin- und herreflektiert wird. Im Bereich der Auftreffstellen des Laserstrahls auf einer der Ebenen befinden sich dünne Plättchen aus laseraktivem Material, durch welche letzterer verstärkt wird. Zwei spiegelbildlich angeordnete Pumpstrahlen folgen im wesentlichen dem Verlauf des Laserstrahls und werden dabei jeweils auf die Auftreffstellen des Laserstrahls auf die Plättchen fokussiert. Bei dieser Anordnung hängt der Winkel, unter welchem Pump- und Laserstrahlen hin- und herreflektiert werden, im wesentlichen vom Öffnungswinkel der Pumpstrahlen ab. Bei den derzeit verfügbaren Pumplichtquellen beträgt dieser Öffnungswinkel ca. 30°, was einen ziemlich flachen Verlauf des Zickzackweges und somit entsprechende Abbildungsfehler zur Folge hat.

Um hier in einfacher Weise eine wesentliche Verbesserung zu erzielen, wird vorgeschlagen, den Bereich zwischen den beiden Reflexionsebenen mit undotiertem Lasermaterial ausfüllen. Aufgrund der Abbe'schen Sinusbedingung gilt nämlich für den Zusammenhang zwischen der numerischen Apertur (NA) des Pumpstrahls in Luft und Material

$$NA_{\text{Mat}} = NA_{\text{Luft}}/n_{\text{Mat}},$$

wobei n_{Mat} der Brechungsindex des Materials ist. Da die Brechungsindizes der in Frage kommenden Lasermaterialien etwa den Wert 2 haben, läßt sich durch diese Maßnahme der Öffnungswinkel der Pumpstrahlen bei gleicher Größe des Pumpflecks halbieren. Gleichzeitig wird vorgeschlagen, die Anordnung dadurch zu verbessern, daß die dotierten Plättchen an den undotierten Block angesprengt und mit diesem durch Diffusion Bonding verbunden werden. Auf diese Weise wird ein robuster, quasimonolithischer Aufbau realisiert, insbesondere wird verhindert, daß sich die dünnen Plättchen (Dicke ca. 0.2 bis 1.5 mm) unter der thermischen Last verbiegen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Fig. 1 zeigt ein Schemabild dieses Ausführungsbeispiels.

Fig. 2 zeigt das Schemabild eines Ausführungsbeispiels, bei dem die Fokussierung der Pumpstrahlen durch diffraktive optische Elemente erfolgt.

An einen Block 1 aus undotiertem Lasermaterial werden Plättchen 2 aus dotiertem Lasermaterial angesprengt und mit diesem durch Diffusion Bonding verbunden. Der Laserstrahl wird zwischen der Unterseite 3 der Plättchen und der oberen Begrenzungsfläche 4 des Blockes 1 zickzackförmig hin- und herreflektiert, wozu diese Flächen für die Laserstrahlung hochreflektierend beschichtet werden. Die Pumpstrahlung wird durch Fasern 7 von unten in den Block 1 eingeführt und durch an der Oberseite des Blocks angebrachte astigmatische Hohlspiegel 6 auf die Plättchen und zwar in die Auftreffstellen des Laserstrahls fokussiert, sodann an der Unterseite der Plättchen reflektiert, zum nächsten Spiegel gelenkt, auf das nächste Plättchen fokussiert und so fort. Die Oberseite 4 des Blockes 1 ist für die Pumpstrahlung antireflektierend beschichtet. Die Kühlung erfolgt an der Unterseite 3 der Plättchen.

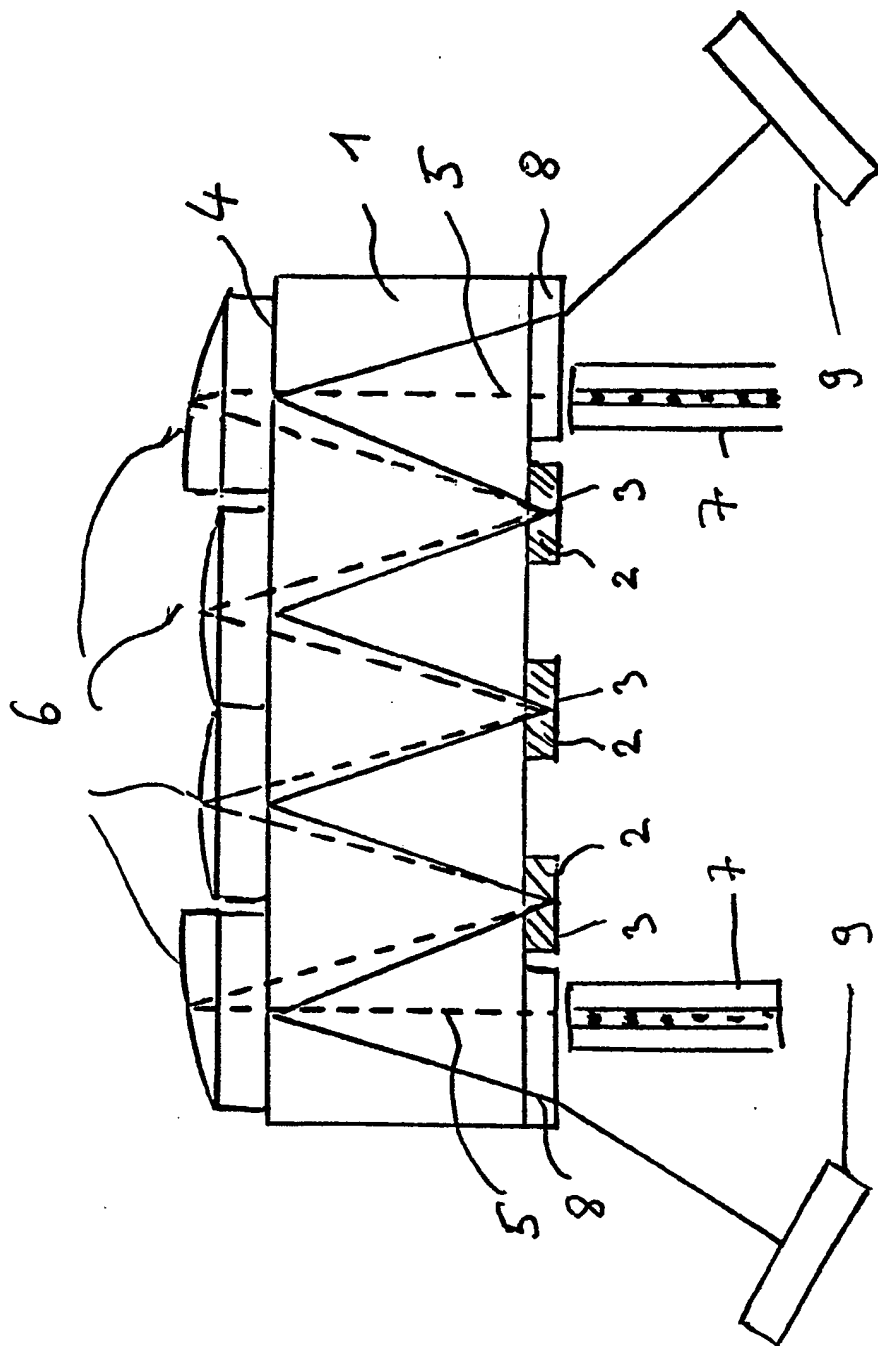
Falls die Anordnung als Laser arbeiten soll, werden die

aus den undotierten Plättchen 8 austretenden Laserstrahlen durch Resonatorenspiegel 9 in die Anordnung zurückreflektiert.

Um die Herstellung für den Fall großer Stückzahlen zu verbilligen, wird weiter vorgeschlagen, die Hohlspiegel durch diffraktive optische Elemente 10 zu ersetzen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. In diesem Fall ergibt sich eine besonders günstige Ausführung, wenn nur die Fokussierung bezüglich der Längsrichtung des Blocks 1 durch diffraktive Methoden z. B. durch ein Beugungsgitter bewerkstelligt wird, während die Fokussierung senkrecht dazu weiterhin refraktiv erfolgt, wozu die Benutzung eindimensional gekrümmter Gitter vorgeschlagen wird.

Patentansprüche

1. Laserverstärkersystem mit laseraktivem Festkörper-Material bei dem einer oder mehrere Pumplichtstrahlen mit Hilfe von Spiegeln oder anderen optischen Hilfsmitteln so geführt werden, daß jeder einzelne Pumplichtstrahl mehrfach auf unterschiedliche Stellen des Festkörper-Materials fokussiert wird, und bei dem der Laserstrahl so geführt wird, daß er alle diese Stellen durchstrahlt und auf diese Weise verstärkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Festkörpermateriale aus mehreren Blöcken zusammengesetzt ist, die zwar aus demselben Grundmaterial bestehen, jedoch teils dotiert und teils undotiert sind, mit dem Zweck, daß die Pumpstrahlung nur in den dotierten Blöcken absorbiert wird.
2. Laserverstärkersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Blöcke aus undotiertem und dotiertem Material nach entsprechender Politur der Oberflächen aneinander gesprengt und mittels Diffusion Bonding verbunden werden, so daß deren mechanischer Zusammenhalt dem eines Festkörpers vergleichbar ist.
3. Laserverstärkersystem nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß an einen quaderförmigen Block 1 aus undotiertem Lasermaterial unten eines oder mehrere Plättchen 2 aus dotiertem Lasermaterial angesprengt werden, und daß der Laserstrahl zwischen der Unterseite 3 der angesprengten Plättchen und der Oberseite 4 des Blockes 1 zickzackförmig hin- und herreflektiert wird.
4. Laserverstärkersystem nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß Pumpstrahlen 5 von unten links und von unten rechts in den undotierten Block eindringen, und daß diese im weiteren dem zickzackförmigen Verlauf des Laserstrahls folgen, wobei sie jeweils durch an der Oberseite des Quaders angebrachte astigmatische Hohlspiegel 6 auf die dotierten Plättchen zurückgelenkt, dabei auf die dortigen Auftreffstellen des Laserstrahls fokussiert, anschließend an der Unterseite der Plättchen reflektiert und zum nächsten Spiegel gelenkt werden und so fort.
5. Laserverstärkersystem nach den vorangehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Umlenkung und Fokussierung der Pumpstrahlen diffraktive Optiken 10 benutzt werden.
6. Laserverstärkersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fokussierung der Pumpstrahlung eindimensional gekrümmte Gitter benutzt werden.



undotierte Bereiche dotierte Bereiche

Fig. 1

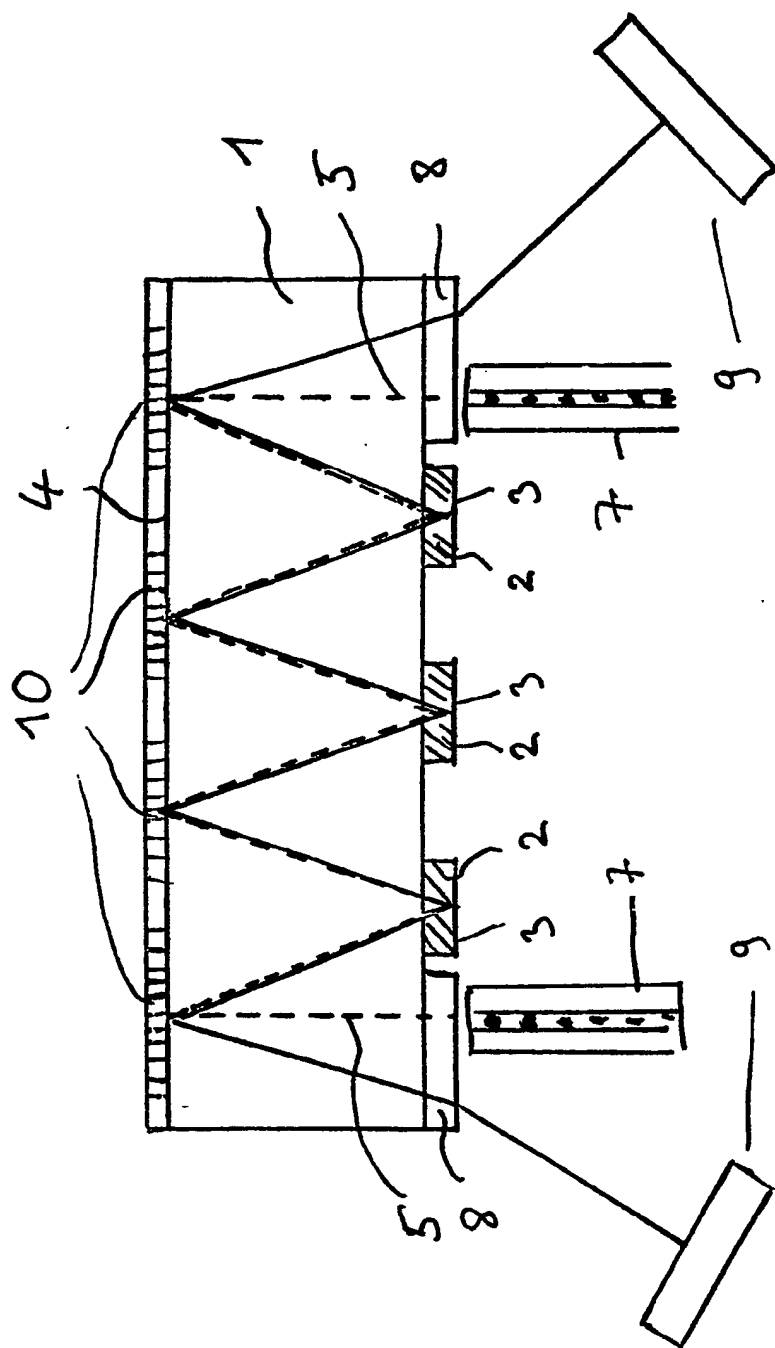


Fig. 2